

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д212.125.01 на базе Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» - МАИ по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.04.2015 г. № 15

о присуждении Чижиковой Наталье Вадимовне, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование системы управления однофазными регуляторами переменного напряжения в трехфазной сети» по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» принята к защите 24 февраля 2015 года, протокол № 9, диссертационным советом Д212.125.01 на базе Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» - МАИ, Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Приказ № 714/нк от 1.11.2012 г.

Соискатель Чижикова Наталья Вадимовна, 1988 года рождения.

В 2010 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева» (РГАТУ) по специальности 200400 «Промышленная электроника», Факультет радиоэлектроники и информатики, кафедра «Электротехника и промышленная электроника».

В период подготовки диссертации соискатель являлась аспирантом очного отделения аспирантуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования

«Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева», которое кончила в 2013 году.

В настоящее время соискатель **работает** заведующей лабораторией кафедры иностранных языков в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева».

Диссертация выполнена на кафедре «Электротехника и промышленная электроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Манин Алексей Васильевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева», кафедра «Электротехника и промышленная электроника», доцент.

Официальные оппоненты:

Соловьев Владимир Алексеевич – доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), МГТУ имени Н.Э. Баумана, кафедра электротехники и промышленной электроники; профессор Маврин Сергей Владимирович – кандидат технических наук, научно-производственное объединение «Кристалл», инженер-программист

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ОАО «Конструкторское бюро «Луч», г. Рыбинск в своем положительном заключении, подписанном Кочиним Сергеем Владимировичем, заместителем генерального директора по НИОКР ОАО «Конструкторское бюро «Луч», Юдиным Виктором Васильевичем, доктором технических наук, профессором, ученым консультантом ОАО «Конструкторское бюро «Луч»,

Морозовым Сергеем Петровичем, кандидатом технических наук, инженером-конструктором ОАО «Конструкторское бюро «Луч», Савиным Виталием Владимировичем, кандидатом технических наук, секретарем научно-технического совета ОАО «Конструкторское бюро «Луч», и утвержденном Шебакпольским Михаилом Феликсовичем, кандидатом технических наук, генеральным директором ОАО «Конструкторское бюро «Луч», **указала, что** диссертация Чижиковой Натальи Вадимовны по актуальности, обоснованности, значимости исследований и уровню выполнения, а также по полученным результатам исследования соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05, является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой и содержит решение важной проблемы – улучшение параметров системы регулирования переменного напряжения ростовых установок

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, - 4. Из 8 работ 4 статьи опубликованы в ведущих рецензируемых журналах общим объемом 1.23 п.л. и 4 – тезисы докладов на научных конференциях общим объемом 0.76 п.л. В соавторстве опубликовано 3 работы, в которых личный вклад Чижиковой Натальи Вадимовны заключается в исследовании влияния симметрирования на качество регулирования переменного напряжения трехфазной сети, питающей установки для выращивания монокристаллов, а также разработке методов, позволяющих повысить энергоэффективность процесса их выращивания. Опубликованные работы посвящены вопросам симметрирования трехфазной электрической сети путем введения в нее симметрирующего устройства в комплексе с системой автоматического управления, позволяющей напрямую вычислять управляющее воздействие для симметрирующего устройства и обеспечивающей максимальное быстродействие.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

- 1) Чижикова, Н. В. Повышение энергоэффективности комплекса установок по выращиванию монокристаллов [Текст]/ Н. В. Чижикова// Восьмая

международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2013»: материалы конференции. Т.3, ч.2. – Иваново: ФГОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, - 2013. - С. 70-72

- 2) Чижикова, Н. В. Разработка быстродействующего симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов [Текст] / Н. В. Чижикова// XXXIX Гагаринские чтения: в 9 т. – Т. 1. Материаловедение и технологии материалов: - тез. докл. – М.; МАТИ, 2013. С. 98 – 99; Т. 1. Механика и моделирование материалов и технологий: - тез. докл. – М.; МАТИ, 2013. С. 173 – 174
- 3) Чижикова, Н. В. Повышение энергоэффективности комплекса установок по выращиванию монокристаллов [Текст]/ Н. В. Чижикова//66 Всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием: в 2 т. – Т. 1. Машиностроение: тез. докл. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2013. – С. 166
- 4) Чижикова, Н.В. Быстродействующее симметрирующее устройство [Текст]/ А.В. Манин Н. В., Чижикова, О. А., Москалева // Новые технологии в промышленности и сельском хозяйстве: материалы 1-й всероссийской заочной научно-практической конференции. – ООО «Международный центр технологий», Бийск, 2012.- С.39-44.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на диссертацию ведущей организации ОАО «Конструкторское бюро «Луч», подписанный Кочиным Сергеем Владимировичем, заместителем генерального директора по НИОКР ОАО «Конструкторское бюро «Луч», Юдиным Виктором Васильевичем, доктором технических наук, профессором, ученым консультантом ОАО «Конструкторское бюро «Луч», Морозовым Сергеем Петровичем, кандидатом технических наук, инженером-конструктором ОАО «Конструкторское бюро «Луч», Савиным Виталием Владимировичем, кандидатом технических наук, секретарем научно-технического совета ОАО

«Конструкторское бюро «Луч», и утвержденный Шебакпольским Михаилом Феликсовичем, кандидатом технических наук, генеральным директором ОАО «Конструкторское бюро «Луч». По диссертационной работе отмечены следующие замечания:

1. В работе не отражен вопрос о том, какие рекомендованные типы конденсаторов могут использоваться в симметрирующем устройстве, а также могут ли использоваться стандартные типоразмеры трехфазного трансформатора.
2. В диссертационной работе не представлен анализ устройства с точки зрения безопасности его влияния как на человеческий организм, так и на электрическую сеть (электромагнитная совместимость).
3. Исходя из диссертационной работы неясно, насколько вписывается устройство в систему менеджмента предприятия и насколько является эффективным с точки зрения экономического эффекта от внедрения.
4. В работе не представлены рекомендации по настройке системы автоматического управления в систему симметрирования однофазных потребителей.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, профессора кафедры электротехники и промышленной электроники МГТУ имени Н.Э. Баумана, доктора технических наук, доцента Соловьева Владимира Алексеевича. По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В результате нелинейного изменения параметра индуктивности трансформатора при переходе симметрирующего устройства в нелинейный режим регулировочная характеристика будет иметь более крутой вид. Это может отразиться на точности регулирования и устойчивости системы управления.
2. В тексте диссертации не пояснено, как учитывается коэффициент несимметрии при формировании алгоритма управления симметрирующим устройством на основе магнитовентильных элементов.

3. В тексте диссертации не отражена программная реализация разработанного алгоритма.
4. В работе не приведено разъяснений и обоснований того, какой именно коэффициент несимметрии минимизируется - по обратной или нулевой последовательности.
5. В диссертационной работе не рассмотрено влияние параметров трансформатора ТНЗ 1000/10 цеховой понизительной подстанции (с.11, рис.1.1.3, рис.1.3.1) на относительное изменение фазных напряжений при их симметрировании с помощью симметрирующего устройства на основе магнитовентильных элементов.
6. Имеются замечания по оформлению диссертационной работы.
 - Отсутствует расшифровка символов, входящих в формулы (1.3.21-1.3.24) на с.35,36 и неясно, как получены выражения.
 - В списке использованных источников в п.84 ссылка на два литературных источника, один из которых повторяется в п.94.
 - В п.5.3 диссертационной работы описывается принципиальная электрическая схема блока управления одноплечевым СУ, но схема и ссылка на нее отсутствуют. Предположительно она приведена в Приложении 2.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, инженера-программиста НПО «Криста», кандидата технических наук Маврина Сергея Владимировича. В диссертационной работе отмечены следующие недостатки:

1. В качестве элемента, переводящего симметрирующее устройство в различные режимы, в данной работе применяется блок тиристорov. Однако использование переключательных тиристорных элементов в составе симметрирующего устройства приводит к появлению высших гармоник, которые будут отрицательно влиять на потребителей сети, в частности, на ростовые установки.
2. В тексте диссертационной работы не отражена степень адекватности полученной математической модели силовой части симметрирующего

устройства с физической моделью, т.е. автор не поясняет, в какой степени реальная модель отличается от идеализированной и насколько сделанные допущения охватывают весь спектр реального процесса.

3. В диссертационной работе автор проводит оптимизацию параметров симметрирующего устройства в программной среде Matlab. Данное решение является достаточно трудоемким. Вместо этого для анализа имитационной модели в той же программной среде целесообразней использовать пакет анализа систем регулирования (ЛТИ-объекты).
4. Исходя из диссертационной работы непонятно, что представляет собой искажающая симметрию нагрузка и как при этом должно быть выполнено симметрирующее устройство.

Все отзывы, поступившие на автореферат, положительные.

Отзыв на автореферат, поступивший из ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет», подписан заведующим кафедрой «Автоматизированные электроэнергетические системы», доктором технических наук, профессором Степановым В.П. По автореферату можно сделать ряд замечаний:

1. В автореферате не указана марка стали, используемая для изготовления магнитопровода трансформатора и соответствующая ей магнитной проницаемость, что существенно влияет на потери в магнитопроводе и регулировочные характеристики симметрирующего устройства.
2. В заключении автор некорректно использует понятие «математическая модель» при реализации имитационной модели в программной среде Matlab с целью оптимизации параметров симметрирующего устройства.

Отзыв на автореферат, поступивший из ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева», подписан кандидатом технических наук, профессором кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» Чивенковым А.И. По автореферату сделан ряд замечаний:

1. Фразы «Для получения оптимального...», «Повышения качества...», «Увеличения быстродействия...» не подтверждены конкретными цифрами, а носят чисто качественный характер.
2. «Построение математической модели реализовано с помощью программной среды Matlab» - не с помощью, а в программной среде.
3. «...программный пакет Power Vision...» применяется не в качестве средства контроля, а в качестве инструмента обработки и отображения данных.
4. В автореферате заявлено: «На защиту выносятся:...методика расчета параметров силовой цепи симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов...», но методика не приводится.
5. В абзаце после рис.3 на странице 9 записана неопределенная фраза «...при различных углах управления тиристором с целью определения уровня вносимых в сеть искажения показало, что наибольшее значение тока тиристора при наибольшей глубине регулирования не превышает 15-20% от номинального тока СУ...». Что означает «наибольшее значение тока тиристора при наибольшей глубине регулирования»? Величина регулирования так и не была найдена.

Отзыв на автореферат, поступивший из ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», подписан заведующим кафедрой Промышленной электроники, доктором технических наук, доцентом Михальченко С.Г. По автореферату сделан ряд замечаний:

1. Из автореферата не совсем ясно, почему в качестве критерия регулирования выбрана стабильность спектра мощности, ведь спектральные характеристики всегда дают статическую оценку «в целом», но не гарантируют стабильности системы «в мгновенном смысле». Тем более, что быстродействие современных систем управления позволяет контролировать мощность не только в интегральном смысле. Да и постоянные времени температурных процессов, протекающие в ростовой установке, достаточно низки.
2. Из автореферата не ясно, каким образом снижение коэффициента несимметрии питающей сети обуславливает качество стабилизации

выходной мощности. Ведь насколько известно, реактор ростовой установки монокристаллов питается постоянным током, следовательно, в нагрузке разрабатываемой системы стоит выпрямитель, возможно активный. Быть может, это две различные, не связанные между собой задачи, решаемые в рамках одной работы.

Отзыв на автореферат, поступивший из ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ», подписан заведующим кафедрой промышленной электроники, доктором технических наук, профессором, академиком АЭН РФ Панфиловым Д.И. По автореферату сделан ряд замечаний:

1. Исходя из автореферата неясно, какие элементы включает в себя инженерная методика проектирования симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов.
2. В автореферате не отражено, каким образом учитывается нелинейность магнитопровода в регулировочном режиме.

Отзыв на автореферат, поступивший из ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», подписан доктором технических наук, профессором кафедры электроснабжения Кургановым С.А. По автореферату изложен ряд вопросов:

1. Почему на рис.5 (с.11 Автореферата) при расчете компенсирующей реактивной проводимости используются модули линейных токов, и не учитывается их комплексный характер?

2. Что за скорость регулирования, которая измеряется в единицах времени (на рис.14: «Скорость регулирования, составляющая 20 мс...»)?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается опытом их работы и соответствующими научными трудами. Согласие на оппонирование диссертации имеется.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано быстродействующее симметрирующее устройство на базе магнитовентильных элементов в комплексе с системой автоматического управления;

предложен алгоритм управления, позволяющий напрямую вычислять управляющее воздействие для симметрирующего устройства и обеспечивающий максимальное быстродействие;

доказана эффективность использования быстродействующего симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов в комплексе с системой управления в условиях прецизионного процесса выращивания монокристаллов.

введено быстродействующее симметрирующее устройство в систему управления однофазными регуляторами переменного напряжения в трехфазной сети, питающей ростовые установки в целях обеспечения качества регулирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны условия обеспечения максимального быстродействия при симметрировании сетей с резкопеременными параметрами нагрузки

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован метод эквивалентных синусоид при исследовании режимов для предельных состояний симметрирующего устройства в зависимости от угла управления тиристоров; регулирование осуществляется на основе четкой логики, при которой воздействие на объект осуществляется напрямую;

изложены особенности влияния несимметричного режима на качество регулирования переменного напряжения в трехфазной сети, питающей установки для выращивания монокристаллов по методу Киропулоса;

раскрыта эффективность применения регулятора переменного напряжения на основе быстродействующего симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов в комплексе с системой управления, позволяющей напрямую вычислять управляющее воздействие для симметрирующего устройства и обеспечивающей максимальное быстродействие;

изучены статические характеристики предложенного быстродействующего симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов и

проведена модернизация системы управления однофазными регуляторами переменного напряжения трехфазной электрической сети, питающей установки для выращивания монокристаллов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена автоматизированная система симметрирования в комплексе с симметрирующим устройством на базе магнитовентильных элементов и предложенным алгоритмом управления. Скорость регулирования, составляющая 20 мс, адекватна характеру энергопотребления ростовых установок и отвечает поставленной задаче обеспечения быстродействия;

определено, что критерий качества регулирования определяется спектром мощности нагревательного элемента, который в данной системе напрямую связан с режимом регулирования напряжения в условиях несимметричного режима, поэтому о качестве регулирования можно судить по коэффициенту несимметрии;

создана имитационная модель симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов, реализованная в программной среде MATLAB, которая позволяет оптимизировать параметры силовых элементов с целью обеспечения высоких энергетических и массогабаритных показателей;

представлена инженерная методика построения быстродействующего симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов, позволяющего обеспечить быстродействующее симметрирование в сетях с резкопеременными параметрами нагрузки и повысить энергоэффективность как самой питающей сети, так и установок по выращиванию монокристаллов за счет поддержания стабильного напряжения и снижения брака продукции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ соответствие аналитическим моделям;

теория построена на доказательстве утверждений и проведении численных расчетов;

идея базируется на методе эквивалентных синусоид, заключающемся в том, что реальные кривые токов и напряжений заменяются синусоидальными величинами,

то есть учитываются только основные гармоники токов или электродвижущей силы;

использован пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений (Mathlab) и измерений (Power Vision);

использован метод объединенных матриц, позволяющий проводить анализ режимов работы симметрирующего устройства и проектировать электромагнитное устройство со сложной изменяющейся структурой;

установлено, что работа симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов в комплексе с системой электроснабжения установок для производства монокристаллов позволяет обеспечить коэффициент несимметрии, равный 1%, что способствует улучшению качества регулирования напряжения и снижению брака продукции, вызванного несимметрией на 15%.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении новых научных и практических результатов работы:

1. Проведен анализ особенностей технологического процесса выращивания монокристаллов лейкосапфира по методу Киропулоса при наличии несимметричного режима электрической сети и дана оценка его отрицательного влияния на качество регулирования переменного напряжения.
2. Предложена электрическая схема замещения симметрирующего устройства на базе магнитовентильных элементов с переменной структурой.
3. Проведено исследование статических и динамических характеристик симметрирующего устройства и определены энергетические показатели.
4. Разработана имитационная модель симметрирующего устройства и проведена оптимизация его параметров.
5. Предложен алгоритм управления, позволяющий напрямую вычислять управляющее воздействие для симметрирующего устройства, обеспечивающий максимальное быстродействие, тем самым улучшая параметры регулирования.

На заседании 27 апреля 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Чижиковой Наталье Вадимовне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.05, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета
Д 212.125.01, д.т.н., профессор



Брехов Олег
Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.01, к.т.н., доцент



Корнеенкова Анна
Викторовна

«27» апреля 2015 г.

